



REC'D 04 MAR 2005

WIPO

PCT

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

### COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 03 FEV. 2005

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE  
PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA RÈGLE  
17.1. a) OU b)

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint-Petersbourg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr



**BREVET D'INVENTION  
CERTIFICAT D'UTILITE**

26bis, rue de Saint-Petersbourg  
75800 Paris Cédex 08  
Téléphone: 01 53.04.53.04 Télécopie: 01.42.94.86.54

Code de la propriété intellectuelle-livre VI

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

DATE DE REMISE DES PIÈCES: N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL: DÉPARTEMENT DE DÉPÔT: DATE DE DÉPÔT:	Gabriel LE MOENNER L'AIR LIQUIDE SA 75 Quai d'Orsay 75321 PARIS CEDEX 07 France
Vos références pour ce dossier: S6486FRglm	

**1 NATURE DE LA DEMANDE**

Demande de brevet

**2 TITRE DE L'INVENTION**

Installation de stockage d'hydrogène pour l'alimentation de pile à combustible, notamment pour véhicule automobile, et véhicule incorporant une telle installation

**3 DECLARATION DE PRIORITE OU  
REQUETE DU BENEFICE DE LA DATE DE  
DEPOT D'UNE DEMANDE ANTERIEURE  
FRANCAISE**

Pays ou organisation      Date      N°

**4-1 DEMANDEUR**

Nom	L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME A DIRECTOIRE ET CONSEIL DE SURVEILLANCE POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE
Suivi par	Gabriel LE MOENNER
Rue	75 Quai d'Orsay
Code postal et ville	75321 PARIS CEDEX 07
Pays	France
Nationalité	France
Forme juridique	Société anonyme
N° SIREN	552 096 281
Code APE-NAF	241A
N° de téléphone	01 40 62 51 27
N° de télécopie	01 40 62 56 95
Courrier électronique	gabriel.le_moenner@airliquide.com

<b>5A MANDATAIRE</b>				
Nom	LE MOENNER			
Prénom	Gabriel			
Qualité	Liste spéciale, Pouvoir général: PG10568			
Cabinet ou Société	L'AIR LIQUIDE SA			
Rue	75 Quai d'Orsay			
Code postal et ville	75321 PARIS CEDEX 07			
N° de téléphone	01 40 62 51 27			
N° de télécopie	01 40 62 56 95			
Courrier électronique	gabriel.le_moenner@airliquide.com			
<b>6 DOCUMENTS ET FICHIERS JOINTS</b>				
	Fichier électronique	Pages	Détails	
Texte du brevet	textebrevet.pdf	7	D 4, R 2, AB 1	
Dessins	dessins.pdf	2	page 2, figures 2	
Désignation d'inventeurs				
Pouvoir général				
<b>7 MODE DE PAIEMENT</b>				
Mode de paiement	Prélèvement du compte courant			
Numéro du compte client	516			
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>				
Etablissement immédiat				
<b>9 REDEVANCES JOINTES</b>				
	Devise	Taux	Quantité	Montant à payer
062 Dépôt	EURO	0.00	1.00	0.00
063 Rapport de recherche (R.R.)	EURO	320.00	1.00	320.00
Total à acquitter	EURO			320.00

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

Signé par

Signataire: FR, L' Air Liquide SA, G.Le Moenner

Emetteur du certificat: DE, D-Trust GmbH, D-Trust for EPO 2.0

Fonction

L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME A DIRECTOIRE ET CONSEIL DE SURVEILLANCE POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES  
PROCEDES GEORGES CLAUDE (Demandeur 1)



## BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

### Réception électronique d'une soumission

Il est certifié par la présente qu'une demande de brevet (ou de certificat d'utilité) a été reçue par le biais du dépôt électronique sécurisé de l'INPI. Après réception, un numéro d'enregistrement et une date de réception ont été attribués automatiquement.

Demande de brevet : ☒Demande de CU : ☐

<b>DATE DE RECEPTION</b>	12 janvier 2004
<b>TYPE DE DEPOT</b>	INPI (PARIS) - Dépôt électronique Dépôt en ligne: <input checked="" type="checkbox"/> Dépôt sur support CD: <input type="checkbox"/>
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUE PAR L'INPI</b>	0450069
<b>Vos références pour ce dossier</b>	S6486FRglm

#### DEMANDEUR

Nom ou dénomination sociale	L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME A DIRECTOIRE ET CONSEIL DE SURVEILLANCE POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE
Nombre de demandeur(s)	1
Pays	FR

#### TITRE DE L'INVENTION

Installation de stockage d'hydrogène pour l'alimentation de pile à combustible, notamment pour véhicule automobile, et véhicule incorporant une telle installation

#### DOCUMENTS ENVOYES

package-data.xml	Requetefr.PDF	application-body.xml
Design.PDF	ValidLog.PDF	fee-sheet.xml
FR-office-specific-info.xml	Comment.PDF	textebrevet.pdf
dessins.pdf	indication-bio-deposit.xml	request.xml

#### EFFECTUE PAR

Effectué par:	G.Le Moenner
Date et heure de réception électronique:	12 janvier 2004 16:13:23
Empreinte officielle du dépôt	6D:64:72:F8:63:41:2A:F8:1F:80:09:64:2B:2F:30:6D:6A:6C:34:20

/ INPI PARIS, Section Dépôt /

SIEGE SOCIAL  
INSTITUT 26 bis, rue de Saint Petersburg  
NATIONAL DE 75000 PARIS cedex 08  
LA PROPRIÉTÉ Téléphone : 01 53 04 53 04  
INDUSTRIELLE Télécopie : 01 42 93 59 30

Installation de stockage d'hydrogène pour l'alimentation de pile à combustible,  
notamment pour véhicule automobile, et véhicule incorporant une telle  
installation

La présente invention concerne les installations de stockage d'hydrogène pour l'alimentation de pile à combustible, plus particulièrement pour applications automobiles.

Pour les applications embarquées, l'hydrogène, servant à l'alimentation de moteurs à combustion interne et/ou de piles à combustibles servant ou participant à la propulsion ou à l'élaboration de puissance électrique embarquée, est stockable sous forme gazeuse ou sous forme liquide.

Le stockage sous forme gazeuse impose des pressions très élevées se traduisant par un alourdissement et une conformation imposée des réservoirs.

Le stockage sous forme liquide permet le stockage sous faible pression, proche de la pression atmosphérique, mais impose une parfaite isolation pour maintenir le liquide dans le réservoir à une température proche de 20K. Jusqu'à présent, on a eu donc recours à des réservoirs également sophistiqués, à conformation imposée, avec des inter-parois sous-vide, ce qui obère grandement les coûts de fabrication.

La présente invention a pour objet de proposer une installation de stockage de coûts réduits, permettant l'utilisation d'un réservoir léger disposant d'une isolation de moindre performance, et donc simple à mettre en œuvre et économique à fabriquer, mais garantissant toutefois un maintien en froid convenable à la pression proche de la pression atmosphérique, pour profiter d'un fluide cryogène liquide.

Pour ce faire, selon l'invention, l'installation comprend : un réservoir d'hydrogène liquide comportant une enveloppe isolante en matériau cellulaire incorporant au moins un premier écran métallique ; un circuit d'évacuation d'hydrogène gazeux, relié à l'entrée d'hydrogène d'une pile à combustible et ayant au moins une portion en relation d'échange thermique avec le premier écran ; et une machine frigorifique électrique connectée à la pile à combustible



et ayant au moins une partie froide en relation d'échange thermique au moins avec le premier écran.

Selon d'autres aspects de l'invention :

- le réservoir comprend au moins un second écran thermique également en relation d'échange thermique avec une portion du circuit d'évacuation d'hydrogène gazeux ;

- au moins un des écrans thermiques est composé d'un assemblage sandwich d'au moins deux plaques métalliques comportant avantageusement des zones déformées en gouttière constituant au moins une partie des portions du circuit d'évacuation d'hydrogène gazeux en relation d'échange thermique avec l'écran thermique correspondant.

La présente invention concerne également un véhicule comprenant une installation de stockage d'hydrogène du type ci-dessus, la pile à combustible participant avantageusement à la propulsion dudit véhicule.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description suivante de modes de réalisation, donnée à titre illustratif mais nullement limitatif, faite en relation avec les dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique, en coupe verticale pour le réservoir, d'une installation selon l'invention ; et

- la figure 2 est une vue schématique en perspective et en coupe partielle d'un mode de réalisation d'un écran thermique selon l'invention.

L'installation représentée schématiquement sur la Figure 1 comporte un réservoir, généralement désigné par la référence 1, de forme quelconque, dont la paroi épaisse est constituée par une masse conformée de mousse thermoplastique multi-couches, en forme de coque à résistance de forme, généralement désignée par la référence 2, dans laquelle sont noyés au moins un, avantageusement au moins deux écrans thermiques 3 extérieur et 4 intérieur. Le matériau de la mousse est avantageusement une mousse polyuréthane à cellules fermées. Le matériau des écrans est avantageusement un alliage métallique conducteur à base de cuivre ou aluminium.

L'écran intérieur 4 peut être agencé pour servir d'enveloppe résistant à la pression. Dans ce cas, la couche d'isolation interne de la masse d'isolant 2 est

en contact direct avec l'hydrogène liquide dans la cavité interne 5 du réservoir 1, ce qui peut permettre d'éviter l'installation d'une enveloppe métallique interne telle que 6. Le réservoir 1 est classiquement pourvu d'une canalisation 7 d'extraction de l'hydrogène liquide, muni d'une vanne, traversant l'épaisseur de mousse.

Selon un aspect de l'invention, le réservoir 1 comporte en outre un circuit 8 d'évacuation de l'hydrogène gazeux se trouvant au-dessus de la masse d'hydrogène liquide, ayant donc une extrémité interne 9 débouchant dans la partie haute du réservoir et une extrémité extérieure 10 reliée à l'entrée d'hydrogène d'une pile à combustible 11 fournissant, en sortie de bornes 12, de l'énergie électrique. Le circuit 8 comporte avantageusement un clapet de surpression pour une mise à l'air de l'hydrogène gazeux quand la pression dans la cavité 5 atteint une valeur maximale déterminée, typiquement d'environ 3,5 bars.

Le circuit 8 comporte une portion intérieure 13 courant le long de l'écran intérieur 4, en relation d'échange thermique avec ce dernier, ainsi qu'une portion aval 14 courant le long de l'écran extérieur 3 et en relation d'échange thermique avec ce dernier.

Selon un autre aspect de l'invention, une machine frigorifique 15, par exemple du type pulse-tube, Stirling ou Brighton, alimentée par l'énergie électrique disponible aux bornes de sortie 12 de la pile 11, est associée au réservoir 1 (avantageusement monté sur ce dernier), avec son bout froid 16 pénétrant dans l'enveloppe de mousse du réservoir 1, pour venir en relation d'échange thermique avec au moins l'écran externe 3. On comprendra de ce qui précède, que les écrans thermiques 3 et 4 sont en permanence refroidis par le débit d'hydrogène gazeux évacué par le circuit 8, et en outre, au moins temporairement, par la machine frigorifique 15 exploitant l'énergie électrique « offerte » par l'hydrogène gazeux s'évaporant dans le réservoir 1 et alimenter la pile à combustible 11.

L'installation selon l'invention permet donc de réaliser facilement un réservoir 1 de forme libre (n'étant pas soumis à la pression), susceptible donc de s'intégrer au mieux dans les espaces disponibles des véhicules, de faibles coûts de fabrication (par exemple par simple projection de mousse au lieu de



l'application minutieuse de nombreuses multi-couches selon les techniques connues) et évitant les opérations classiques, longues et dispendieuses, de mise sous-vide et de vérification du maintien sous vide. De plus, en raison de l'absence de vide, les performances thermiques du réservoir ne sont pas significativement dégradées en cas de choc ponctuel, assurant ainsi une sécurité accrue aux véhicules.

Les écrans thermiques 3 et 4 sont typiquement réalisés par l'assemblage de plaques minces d'aluminium et/ou de cuivre. Selon un aspect de l'invention, comme représenté sur la figure 2, l'écran thermique, en l'occurrence l'écran 3, est constitué par un assemblage de trois plaques métalliques 31, 32 et 33, au moins une des plaques externes 31 et/ou 33 étant gaufrée pour présenter des déformations longitudinales en gouttière 34, 35 délimitant, avec la plaque intermédiaire 32 ou avec l'autre plaque extérieure 33 dans le cas où la plaque intermédiaire 32 comporte des évidements longitudinaux 36, des canaux 14A, 14B constituant au moins en partie la portion 14 de circuit 8 d'évacuation d'hydrogène gazeux. Cet agencement évite les problèmes de jonction entre des tubulures distinctes et les écrans thermiques, favorise grandement les relations d'échange thermique entre le gaz circulant et l'écran, et rigidifie ce dernier.

Bien que l'invention ait été décrite en relation avec des modes de réalisation particuliers, elle ne s'en trouve pas limitée mais est susceptible de modifications et variantes qui apparaîtront à l'homme du métier dans le cadre des revendications ci-après.

## REVENDICATIONS

1. Installation de stockage d'hydrogène pour l'alimentation d'une pile à combustible, comprenant :

- un réservoir d'hydrogène liquide (1) comportant une enveloppe isolante (2) en matériau cellulaire incorporant au moins un premier écran métallique (3),

- un circuit (8) d'évacuation d'hydrogène gazeux, relié à l'entrée d'hydrogène d'une pile à combustible (11) et ayant au moins une portion (14) en relation d'échange thermique avec le premier écran,

- une machine frigorifique électrique (15) reliée à la pile à combustible (11) et ayant au moins une partie froide (16) en relation d'échange thermique au moins avec le premier écran (3).

2. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que le réservoir comprend au moins un second écran thermique (4) également en relation d'échange thermique avec une portion (13) du circuit d'évacuation (8).

3. Installation selon la revendication 2, caractérisée en ce que le deuxième écran thermique (4) est disposé à l'intérieur du premier écran thermique (3).

4. Installation selon la revendication 3, caractérisée en ce que le deuxième écran thermique (4) est une enveloppe à résistance de forme.

5. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'enveloppe isolante (2) est constituée d'au moins deux couches de mousse de polyuréthane.

6. Installation selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisée en ce qu'au moins un des premier et second écrans thermiques (3 ;4) est composé d'un assemblage d'au moins deux plaques métalliques (31, 32).

7. Installation selon la revendication 6, caractérisée en ce qu'au moins une partie (14A ;14B) de la portion (14 ;13) de circuit (8) en relation d'échange thermique avec l'écran (3 ;4) est formé par des zones déformées en gouttière (34 ;35) desdites plaques (31 ;32).

6

8. Véhicule comprenant une installation de stockage d'hydrogène selon l'une des revendications précédentes.

9. Véhicule selon la revendication 6, caractérisé en ce que la pile à combustible participe à la propulsion du véhicule.

5

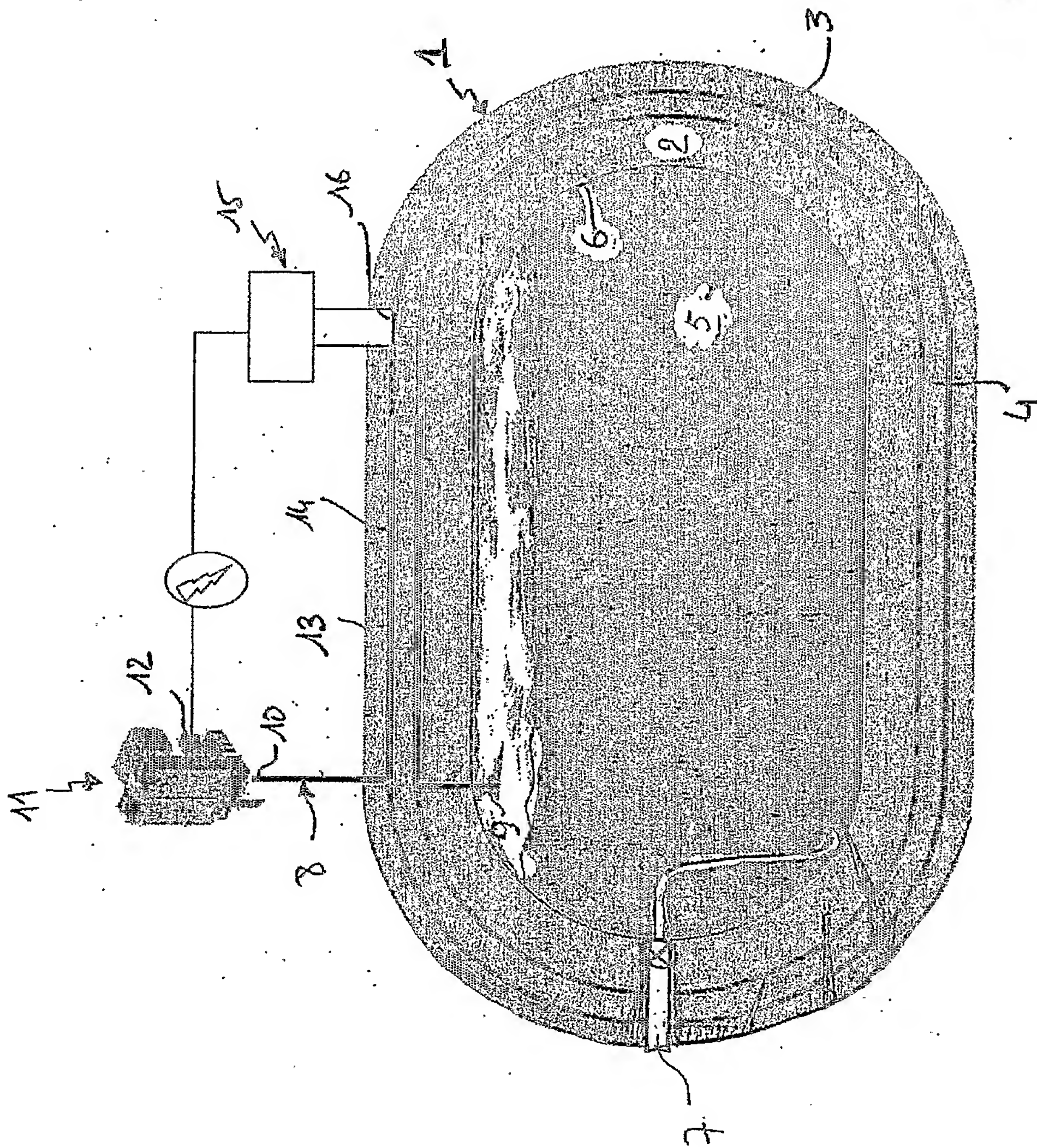


8. Véhicule comprenant une installation de stockage d'hydrogène selon l'une des revendications précédentes.

9. Véhicule selon la revendication 8, caractérisé en ce que la pile à combustible participe à la propulsion du véhicule.

1/2

Fig. 1





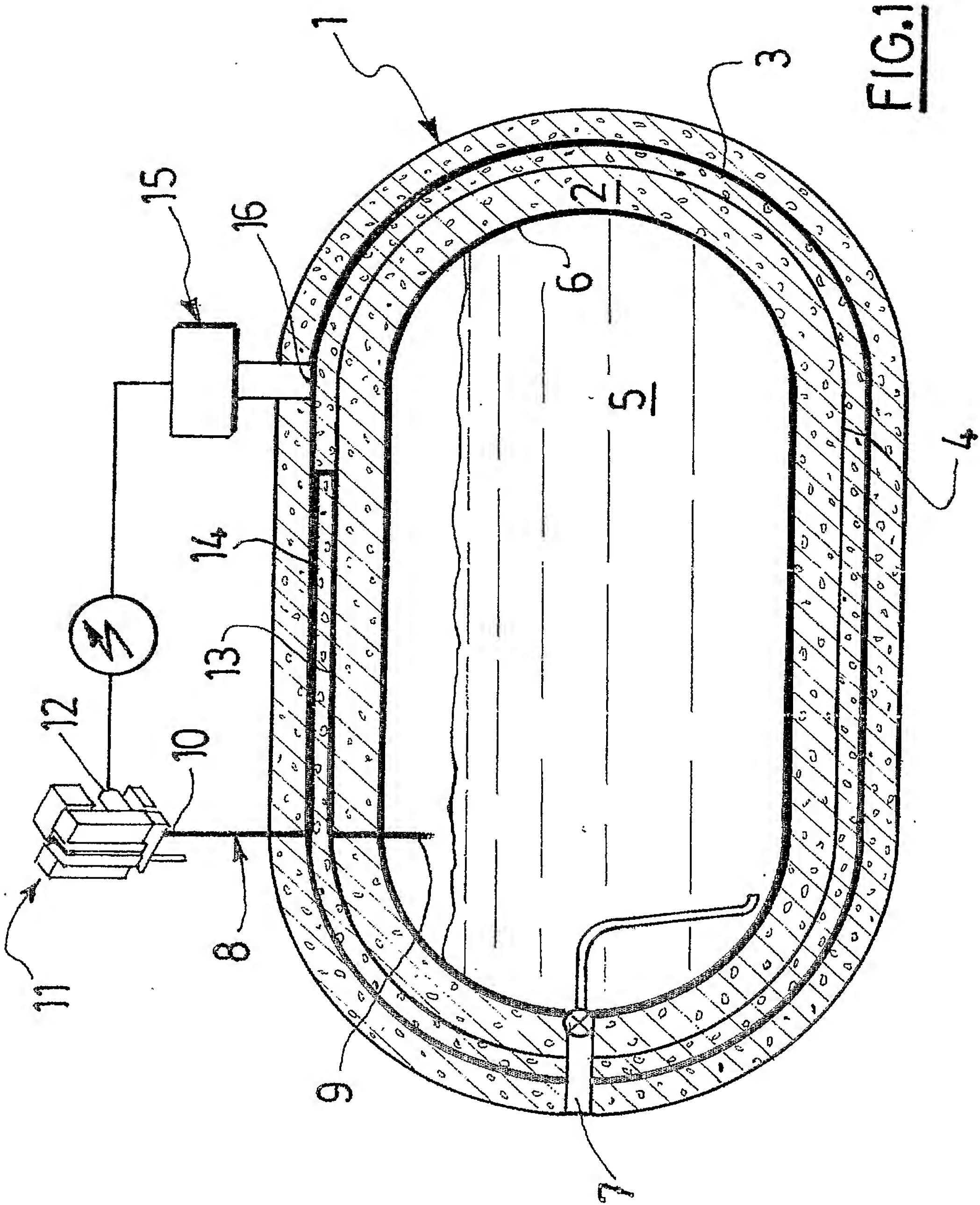


FIG.1



2/2

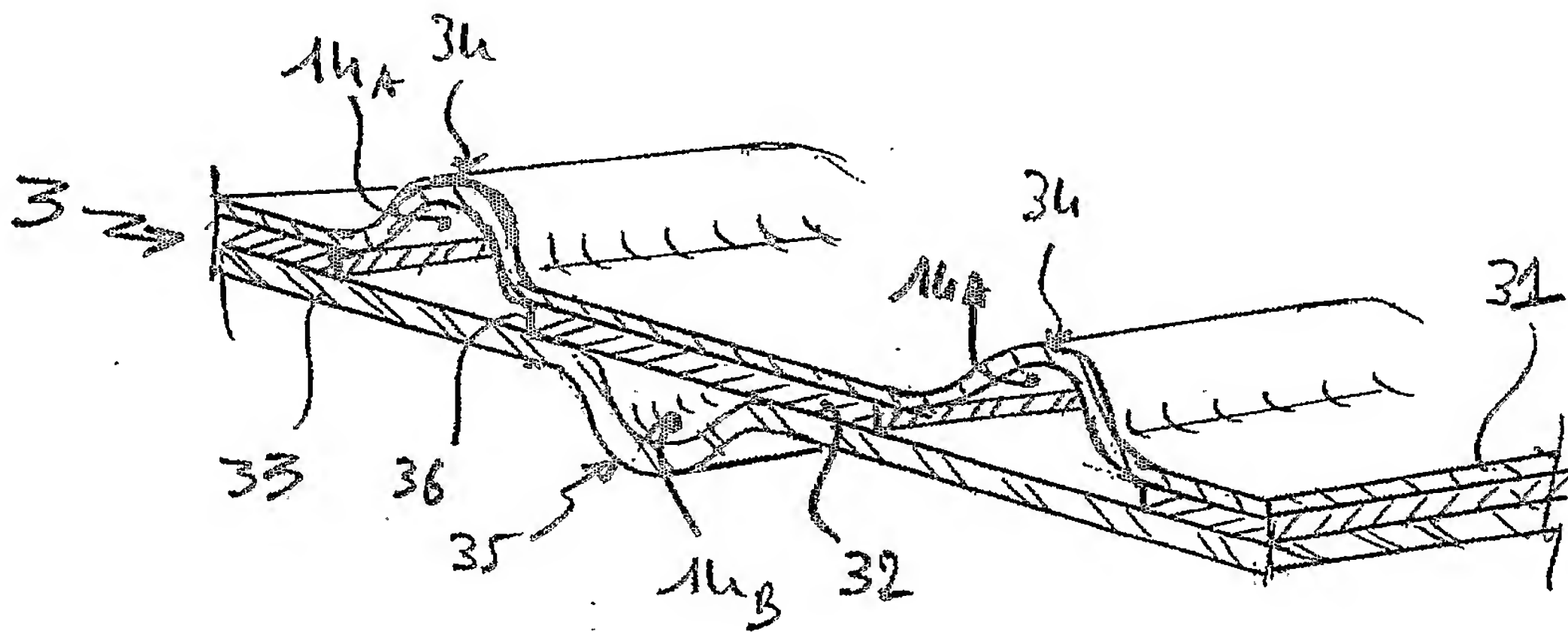


Fig. 2.

2/2

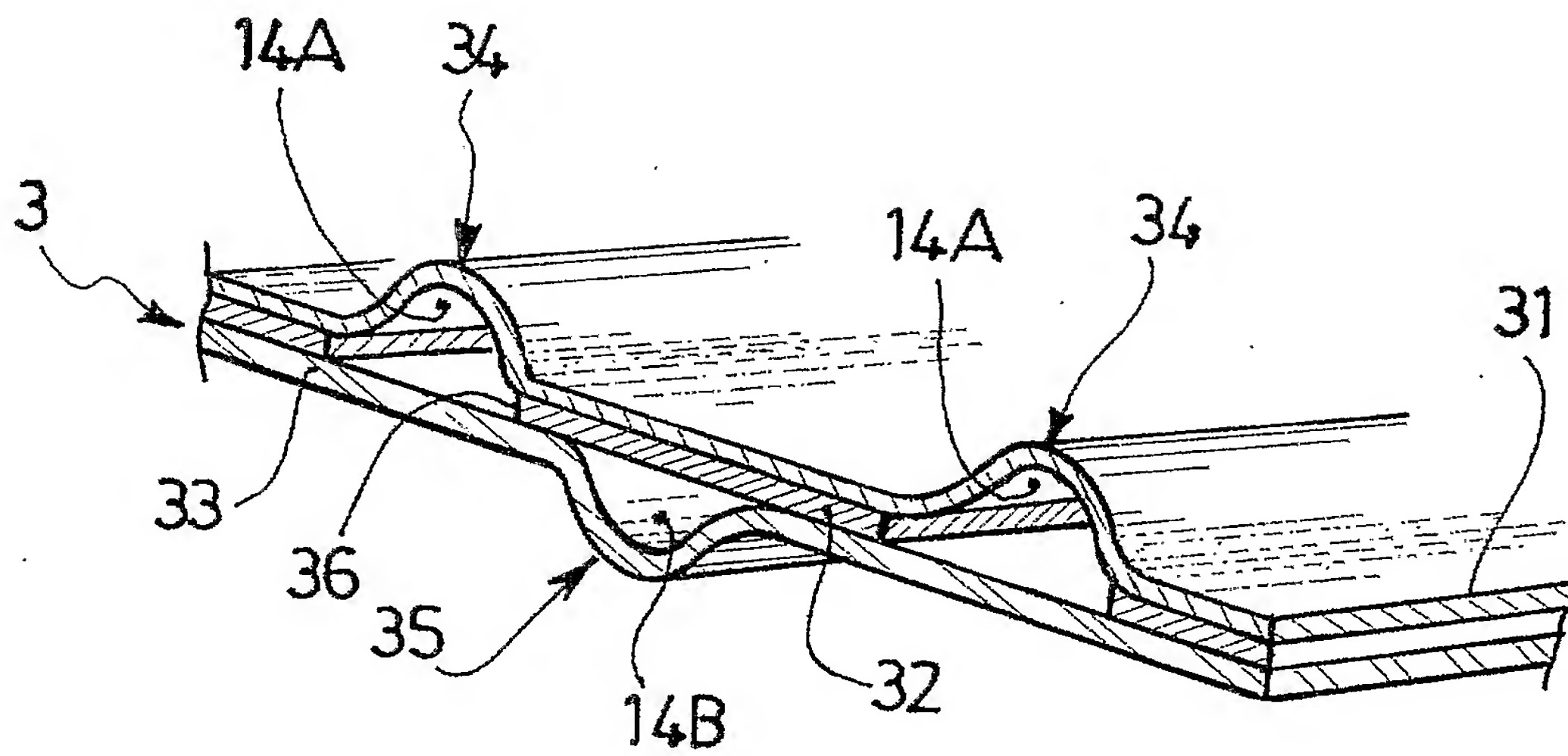


FIG.2



## BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITE

### Désignation de l'inventeur

Vos références pour ce dossier	S6486FRglm
N°D'ENREGISTREMENT NATIONAL	
TITRE DE L'INVENTION	
	Installation de stockage d'hydrogène pour l'alimentation de pile à combustible, notamment pour véhicule automobile, et véhicule incorporant une telle installation
LE(S) DEMANDEUR(S) OU LE(S) MANDATAIRE(S):	
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S):	
Inventeur 1	
Nom	RAVEX
Prénoms	Alain
Rue	5, bis rue du Champlars
Code postal et ville	38240 MEYLAN
Société d'appartenance	
Inventeur 2	
Nom	ALLIDIERES
Prénoms	Laurent
Rue	Le château 1280 Route d'Uriage
Code postal et ville	38410 URIAGE
Société d'appartenance	

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

#### Signé par

Signataire: FR, L' Air Liquide SA, G.Le Moenner

Emetteur du certificat: DE, D-Trust GmbH, D-Trust for EPO 2.0

#### Fonction

L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME A DIRECTOIRE ET CONSEIL DE SURVEILLANCE POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE (Demandeur 1)

**PCT/FR2004/050745**

